

Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Publik untuk Penyerapan Emisi Karbon Dioksida dari Sektor Transportasi di Kecamatan Mandau, Kabupaten Bengkalis, Riau

Aryo Sasmita¹, Fatatulkhairani²

^{1,2} Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

aryosasmita@lecturer.unri.ac.id

Abstract

Carbon dioxide emissions are an important issue because they are related to global warming and climate change. Transportation is the sector that contributes the largest carbon dioxide emissions after the industrial sector. Transportation activities in Mandau Sub-district continue to increase along with the increase in population, plus roads in Mandau Sub-district are used as the main crossing routes of the island of Sumatra. Mandau sub-district also has a petroleum industry which is a national strategic industry and several large and medium industries, as well as hundreds of small industries. One way of mitigation that can be done is by utilizing Green Open Space to absorb carbon dioxide emissions. In this study the calculation of carbon dioxide emissions generated from the transportation sector and calculating the absorption of Green Open Space in Mandau District. From this study, it is known that emissions from the transportation sector are 241,155.66-ton CO₂ / year and absorption of carbon dioxide emissions by existing Green Open Space is only 7.55%. For this reason, it is recommended to make efforts to reduce carbon dioxide emissions, namely increasing utilization of mass transportation and building facilities for pedestrians and cyclists. To increase the absorption of carbon dioxide by Green Open Space can be done by adding potential land, and maintaining existing land by increasing community participation.

Keywords: Carbon Dioxide Emissions, Transportation Sector, Green Open Space, Mandau District.

Abstrak

Emisi karbon dioksida merupakan isu yang penting karena berhubungan dengan pemanasan global dan perubahan iklim. Transportasi merupakan sektor yang menyumbangkan emisi karbon dioksida terbesar setelah sektor industri. Aktivitas transportasi di Kecamatan Mandau terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, ditambah lagi jalan di Kecamatan Mandau digunakan sebagai jalur lintas utama pulau sumatera. Di Kecamatan Mandau juga terdapat industri minyak bumi yang merupakan industri strategis nasional dan beberapa industri besar dan menengah, serta ratusan industri kecil. Salah satu cara mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan Ruang Terbuka Hijau untuk menyerap emisi karbon dioksida. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan emisi karbon dioksida yang dihasilkan dari sektor transportasi dan menghitung daya serap Ruang Terbuka Hijau yang ada di Kecamatan Mandau. Dari penelitian ini diketahui bahwa emisi dari sektor transportasi adalah 241.155,66-ton CO₂/tahun dan serapan emisi karbon dioksida oleh Ruang Terbuka Hijau eksisting hanya sebesar 7,55%. Untuk itu disarankan melakukan upaya untuk mengurangi emisi karbon dioksida yaitu peningkatan pemanfaatan transportasi masal dan Pembangunan fasilitas pejalan kaki dan pesepeda. Untuk meningkatkan daya serap karbon dioksida oleh Ruang Terbuka Hijau dapat dilakukan dengan penambahan lahan potensial, dan mempertahankan lahan eksisting dengan meningkatkan peran serta masyarakat.

Kata Kunci: Emisi Karbon Dioksida, Sektor Transportasi, Ruang Terbuka Hijau, Kecamatan Mandau.

1. PENDAHULUAN

Lebih setengah dari penduduk dunia tinggal dipertanian, dimana sistem transportasi yang terpusat di satu tempat, terutama pada jam puncak sering menyebabkan kemacetan (Grote, 2016).

Sektor transportasi menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) yang merupakan gas rumah kaca yang paling penting (Santos, 2017) dan berhubungan dengan pemanasan global dan perubahan iklim (Jamnongchob, 2017). Gas karbon dioksida tersebut berasal dari proses

pembakaran bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan. Laporan IEA (2016) menyebutkan bahwa sektor transportasi menyumbang 20 % emisi yang dihasilkan di dunia. Mengurangi emisi yang dihasilkan dari sektor transportasi sangat sulit, bahkan lebih sulit dari pengurangan emisi dari sektor kelistrikan, dikarenakan sektor transportasi masih bergantung dari penggunaan bahan bakar fosil.

Perubahan iklim adalah berubahnya iklim yang diakibatkan langsung atau tidak langsung, oleh aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan komposisi atmosfer secara global serta perubahan variabilitas iklim alamiah yang teramati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan (UU No.31 Tahun 2009).

Aktivitas transportasi di Indonesia semakin meningkat ditandai dengan bertambahnya jumlah kendaraan dari tahun ke tahun. Salah satu daerah yang mengalami peningkatan transportasi yaitu Kecamatan Mandau yang berada di Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Kecamatan Mandau terletak di jalur Jalan Raya Lintas Sumatera, sekitar 120 km dari Pekanbaru dalam perjalanan menuju Medan. Pertumbuhan penduduk di Kecamatan Mandau berkembang semakin pesat. Kecamatan Mandau merupakan kecamatan yang memiliki luas wilayah sebesar 937,47 km² dengan jumlah penduduk terbanyak di Kabupaten Bengkalis pada tahun 2017 mencapai 246.185 jiwa dengan persentase peningkatan dari tahun sebelumnya sebesar 1,34% (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis, 2018). Padatnya lalu lintas di Kecamatan Mandau dapat terjadi karena beberapa ruas jalan di Kecamatan Mandau digunakan sebagai jalur lalu lintas Sumatera yang mengakibatkan banyaknya kendaraan bermotor setiap harinya.

Di Kecamatan Mandau terdapat industri Minyak Bumi dan gas yang merupakan industri strategis nasional, oleh karenanya banyak perusahaan yang beroperasi di wilayah tersebut. Selain itu, terdapat pula industri minyak sawit di wilayah Kecamatan Mandau. Terdapat 6 industri besar dan sedang, dan 370 industri mikro (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis, 2018).

Ruang Terbuka Hijau (RTH) mempunyai manfaat keseimbangan alam terhadap struktur kota. RTH mempunyai tujuan dan manfaat yang besar bagi keseimbangan, kelangsungan, kesehatan, kenyamanan,

kelestarian, dan peningkatan kualitas lingkungan itu sendiri. Keberadaan RTH dipertanian merupakan salah satu cara untuk menjaga keseimbangan ekosistem baik sistem hidrologi maupun ekosistem lainnya. RTH sangat diperlukan untuk meningkatkan ketersediaan air dan udara bersih bagi masyarakat serta menciptakan estetika (Joga, 2011). Selain itu, penyediaan RTH juga merupakan bagian dari mitigasi pemanasan global sehingga dapat digunakan untuk upaya penanganan terhadap meningkatnya emisi Gas Rumah Kaca (GRK) (Rawung, 2015).

RTH merupakan area yang harus disediakan oleh sebuah kota. Hal ini sejalan dengan ketentuan yang tertuang dalam Undang-Undang nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang pasal 29 yang menyebutkan bahwa proporsi RTH pada wilayah kota minimal 30% dari luas wilayah kota. RTH terdiri atas RTH publik dan privat dimana proporsi RTH publik minimal sebesar 20% dan RTH privat 10% dari luas wilayah kota. Distribusi RTH menurut pasal 30 Undang-Undang Penataan Ruang disesuaikan dengan sebaran penduduk dan hirarki struktur ruang kota. Dengan dasar pertimbangan tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan analisis kebutuhan Ruang Terbuka Hijau (RTH) publik dalam menyerap emisi karbon dioksida dari kegiatan transportasi di Kecamatan Mandau.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah Kecamatan Mandau. Lokasi penelitian yang dipilih merupakan kawasan dengan tingkat kepadatan yang tinggi dimana terdapat pemukiman penduduk, sarana pendidikan, sarana institusi, dan juga pasar tradisional.

Alat dan Waktu Pengukuran

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Camera Recorder*, digunakan untuk membantu merekam dan memastikan jumlah kendaraan yang melintasi lokasi sampling.
2. Meteran, digunakan untuk mengukur diameter pohon pelindung pada RTH.

Penelitian ini dilakukan di ruas jalan yang ada di Kecamatan Mandau. Waktu untuk merekam kendaraan yang melintas di ruas jalan dilakukan pada saat jam puncak untuk mendapatkan jumlah kendaraan setiap

harinya yang melewati ruas jalan di Kecamatan Mandau.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi:

1. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan survei lapangan untuk jumlah kendaraan bermotor berdasarkan jenis kendaraan yang melewati ruas jalan (*traffic counting*, dan jumlah dan jenis pohon yang terdapat di RTH Kecamatan Mandau.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan Data Sekunder seperti peta administrasi wilayah studi, peta ruas jalan, data satuan mobil penumpang (SMP), dan konsumsi energi spesifik, serta beberapa data pendukung lainnya yang diperoleh dari studi literatur.

Pelaksanaan *traffic counting*

Pelaksanaan waktu sampling dilakukan dengan cara melakukan sampling secara teratur pada pagi dan sore hari dalam satu minggu penuh untuk mendapatkan jumlah kendaraan per hari serta jam puncak dalam satu hari (MKJI, 1997).

$$\text{LHR} = \text{Arus jam puncak} \div k \quad (1)$$

LHR = lalu lintas harian rata-rata

K = faktor kendaraan, 0,09 untuk jalan dalam kota

Pengolahan Data

Dari hasil pengukuran data primer dan didukung data sekunder yang diperoleh, maka selanjutnya data akan diolah guna mendapatkan nilai emisi karbon dioksida dan daya serap karbon dioksida di RTH Kecamatan Mandau.

1. Perhitungan Jumlah Kendaraan Bermotor

Perhitungan jumlah kendaraan bermotor dilakukan pada jam puncak untuk mendapatkan jumlah kendaraan setiap harinya pada setiap jenis jalan, yaitu di jalan arteri, kolektor, dan lokal.

2. Perhitungan Konversi Jumlah Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Perhitungan dilakukan dengan cara (MKJI, 1997):

$$n = m \times \text{FK} \quad (2)$$

n = jumlah kendaraan (SMP)

m = jumlah kendaraan

FK = faktor konversi (SMP/Kendaraan)

3. Perhitungan Emisi CO₂

Dari hasil pengukuran data primer dan didukung data sekunder yang diperoleh, maka selanjutnya akan diolah guna

mendapatkan konsentrasi CO₂ (IPCC, 2006)

$$Q = n \times \text{FE} \times K \quad (3)$$

Q = jumlah emisi (ton CO₂/tahun)

n = jumlah kendaraan (SMP)

FE = faktor emisi (kg CO₂ /liter)

K = konsumsi bahan bakar(liter/100 km)

4. Pengukuran Diameter Batang Pohon pada Lokasi RTH Eksisting

Pengukuran diameter batang setinggi dada atau *Diameter at Breast Height* (DBH) yaitu diukur pada ketinggian 1,3 m di atas permukaan tanah dengan diameter pohon yang diukur ≥ 20 cm (Badan Standarisasi Nasional, 2011). Selain itu, kandungan penyerapan karbon suatu jenis pohon sangat bergantung pada dimensi (diameter dan tinggi) serta berat jenis kayu (Samsuudin, 2012).

5. Pengolahan Data Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik Eksisting

- Pengolahan data RTH yang berdasarkan pada jumlah dan jenis pohon berkayu pada RTH yang mampu menyerap CO₂, adapun rumus perhitungan sebagai berikut:

$$C = A \times B \quad (4)$$

C = jumlah serapan oleh pohon (ton CO₂/tahun)

A = daya serap CO₂ (sesuai jenis pohon)(kg CO₂/pohon/tahun)

B = jumlah pohon (dikelompokkan berdasarkan jenis pohon)

- Pengolahan data RTH yang berdasarkan pada jenis tutupan vegetasi selain pohon (Rawung, 2015), adapun rumus perhitungan sebagai berikut:

$$C' = A \times L \quad (5)$$

C' = jumlah serapan oleh tutupan vegetasi selain pohon (ton CO₂/tahun)

A = daya serap CO₂ (sesuai jenis tutupan vegetasi) (ton CO₂/ha/tahun)

L = luas tutupan vegetasi (sesuai jenis tutupan vegetasi)

6. Perhitungan Kemampuan Daya Serap CO₂ di Ruang Terbuka Hijau (RTH) Eksisting.

Perhitungan daya serap karbon dioksida di RTH eksisting yaitu berdasarkan pada jumlah serapan seluruh jenis tutupan vegetasi yang dapat menyerap karbon dioksida dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D = C_{\text{tot}} + C'_{\text{tot}} \quad (6)$$

Keterangan:

C_{tot} = jumlah seluruh serapan pohon (ton CO_2 /tahun)

C'_{tot} = jumlah seluruh serapan tutupan vegetasi selain pohon (ton CO_2 /tahun)

D = jumlah seluruh serapan jenis tutupan vegetasi (ton CO_2 /tahun)

7. Kemampuan Daya Serap Ruang Terbuka Hijau (RTH) terhadap Emisi karbon dioksida.

Persentase Daya Serap Ruang Terbuka Hijau (RTH) terhadap Emisi karbon dioksida dianalisis dengan membandingkan antara jumlah emisi karbon dioksida yang dihasilkan oleh kegiatan transportasi dengan daya serap karbon dioksida oleh RTH di Kecamatan Mandau.

$$\% \text{ RTH} = \frac{\text{Total Daya Serap RTH}}{\text{Emisi } CO_2} \quad (7)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Jumlah Sampel Jalan Lokasi Penelitian

Kecamatan Mandau tersebut memiliki 2 jalan arteri yang berfungsi sebagai jalan raya lintas sumatera yang menghubungkan Pekanbaru-Medan, dan 2 jalan kolektor yang berfungsi sebagai jalan penghubung antar pusat kegiatan di Kecamatan Mandau, serta 62 jalan lokal yang berfungsi sebagai jalan penghubung antar pusat kegiatan baik nasional ke lokal, maupun lokal ke lingkungan. Dari beberapa jalan yang ada diambil satu atau dua jalan yang dapat mewakili semua jalan di Kecamatan Mandau.

Jumlah sampel jalan arteri yang digunakan sebagai perwakilan lokasi perekaman aktivitas lalu lintas yaitu 1 jalan. Adapun jalan yang dipilih adalah Jalan Hangtuh yang berfungsi sebagai jalan raya lintas sumatera yang menghubungkan Pekanbaru-Medan. Selain itu, jika kedua jalan arteri di Kecamatan Mandau tersebut dibandingkan yaitu Jalan Hangtuh dengan Jalan Jenderal Sudirman akan terdapat perbedaan dimana jumlah kendaraan yang masuk ke Jalan Jenderal Sudirman tersebut dibatasi, seperti kendaraan berat tidak boleh memasuki jalan tersebut dikarenakan adanya aktivitas lokal, contohnya pasar yang menyebabkan terjadinya kemacetan sehingga kendaraan yang masuk tidak dapat berkendara dengan lancar dan berkecepatan tinggi.

Jumlah sampel jalan kolektor yang digunakan sebagai perwakilan lokasi perekaman aktivitas lalu lintas yaitu 1 jalan.

Adapun jalan yang dipilih adalah Jalan Mawar yang mana tingkat kepadatan aktivitas lalu lintasnya lebih tinggi jika dibandingkan jalan Desa Harapan yang terdapat di Kecamatan Mandau. Hal ini disebabkan karena Jalan Mawar digunakan sebagai jalan penghubung dari Jalan Hangtuh ke jalan lokal dan juga penghubung untuk beberapa jalan lokal lainnya karena pada Jalan Mawar ini banyak jalan lokal yang terhubung sehingga banyak kendaraan yang melewati jalan tersebut setiap harinya.

Jumlah sampel jalan lokal yang digunakan sebagai perwakilan lokasi perekaman aktivitas lalu lintas yaitu 1 jalan. Adapun jalan yang dipilih adalah Jalan Pertanian yang berfungsi sebagai jalan penghubung dari Jalan Hangtuh ke jalan lokal lainnya, penghubung antara kedua jalan arteri, dan penghubung untuk beberapa jalan lokal lainnya sehingga banyak kendaraan yang melewati jalan tersebut setiap harinya. Selain itu, pada Jalan Pertanian ini tingkat kepadatan aktivitas lalu lintas lebih tinggi jika dibandingkan jalan lokal lainnya yang terdapat di Kecamatan Mandau dikarenakan adanya terminal bus dan pasar yang berjarak ± 500 m dari pertengahan Jalan Pertanian.

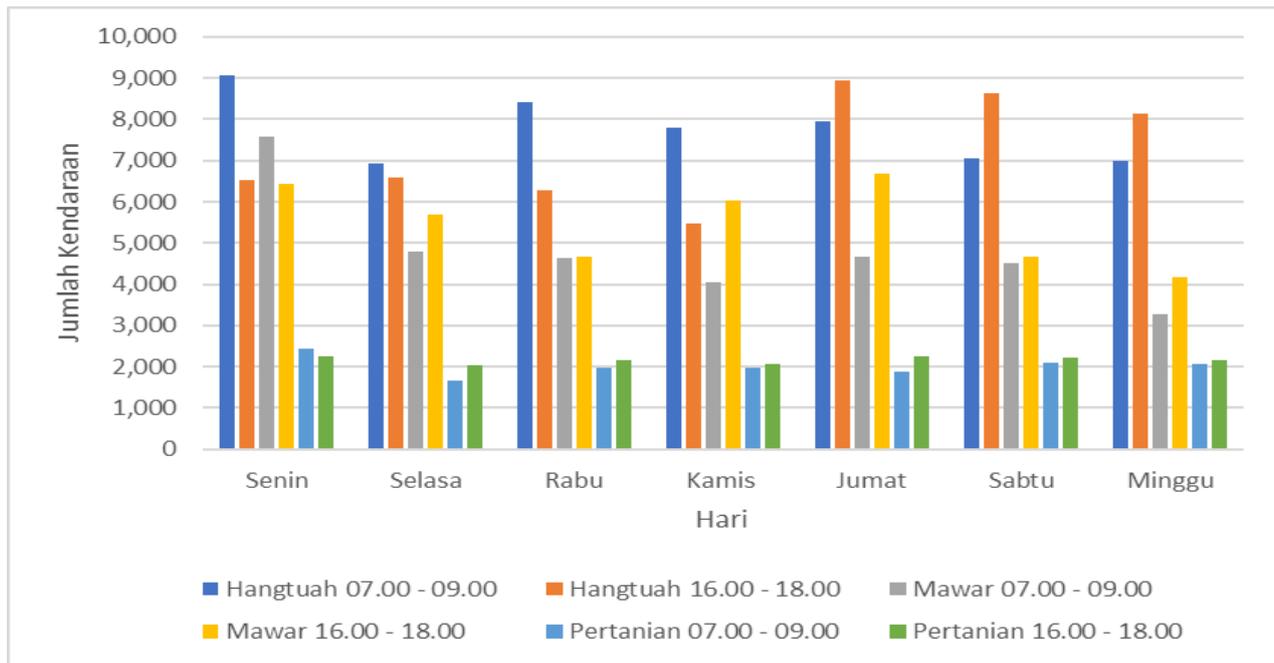
Jumlah Kendaraan Bermotor

Perekaman aktivitas lalu lintas (*traffic counting*) diruas jalan yang menjadi lokasi penelitian ini dilakukan pada pagi dan sore hari selama 1 minggu penuh secara bersamaan untuk setiap jenis jalan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan jumlah kendaraan dari hasil rekaman tersebut sehingga diperoleh data jumlah kendaraan pada pagi dan sore hari untuk setiap jenis jalan. Adapun jumlah kendaraan dan jam puncak terpadat yang terjadi pada setiap jenis jalan dapat dilihat pada Gambar 1

Data yang diperoleh dari Gambar 1 menunjukkan bahwa adanya perbedaan pada jam puncak untuk Hari senin, selasa, rabu, dan kamis dibandingkan dengan hari jumat, sabtu dan minggu yaitu pukul 07.00-09.00 WIB. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kepadatan lalu lintas pada hari tersebut, antara lain: aktivitas kerja, aktivitas sekolah, dan aktivitas pasar. Namun, jam puncak untuk Hari Jumat-Minggu terjadi pada pukul 16.00-18.00 WIB. Hal ini disebabkan oleh kepadatan lalu lintas menjelang akhir pekan lebih padat pada sore harinya, yang mana terjadinya peningkatan jumlah kendaraan bermotor baik

kendaraan ringan maupun kendaraan berat yang melewati ruas jalan di Kecamatan

Mandau.



Gambar 1. Grafik Jumlah Kendaraan pada saat sampling ttraffic counting

Dilihat dari bentuk kesamaan pola aktivitas lalu lintas ataupun aktivitas masyarakat di hari Senin-Kamis, maka terlihat jumlah kendaraan terpadat pada saat jam puncak yaitu di Hari Senin pagi. Oleh karena itu, untuk perhitungan jumlah kendaraan yang mewakili hari Senin-Kamis yang dipilih adalah Hari Senin, sedangkan untuk Hari Jumat-Minggu dipilih hari jumat.

Konversi Jumlah Kendaraan Bermotor ke Satuan Mobil Penumpang (SMP) dan Jumlah Kendaraan Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Pada saat aktivitas kendaraan lalu lintas dalam keadaan normal, kendaraan yang melewati suatu jalan bersifat heterogen atau berbagai macam jenis kendaraan. Salah satu cara untuk memudahkan dalam analisis perhitungan jumlah kendaraan yaitu dengan menyeragamkan jenis-jenis kendaraan tersebut maka cara yang harus dilakukan adalah jumlah kendaraan tersebut dikonversikan ke dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP). Rumus yang digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan lalu lintas harian rata-rata (LHR) atau lalu lintas selama 24 jam dapat menggunakan persamaan 1. Perhitungan konversi jumlah kendaraan dapat dilakukan menggunakan persamaan 2. Hasil konversi jumlah

kendaraan bermotor ke satuan mobil penumpang pada saat jam puncak yang melewati ruas jalan di lokasi penelitian tiap harinya dapat menunjukkan bahwa jumlah kendaraan pada saat jam puncak tersebut dapat mewakili jumlah kendaraan selama 24 jam. Hal ini disebabkan kendaraan yang melewati lokasi penelitian pada saat jam puncak merupakan kondisi terpadat.

Tabel 1 Jumlah Kendaraan Bermotor pada Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Nama Jalan	Bahan Bakar	Jumlah Kendaraan Senin (smp/hari)	Jumlah Kendaraan Jumat (smp/hari)
Hangtuah	Bensin	36.203	35.567
	Solar	14.642	16.496
Mawar	Bensin	28.305	25.378
	Solar	5.984	5.418
Pertanian	Bensin	6.718	6.318
	Solar	234	458

Jumlah Emisi Karbon Dioksida dari sektor transportasi

Dari hasil perhitungan jumlah kendaraan bermotor pada lalu lintas harian rata-rata dan didukung dengan data sekunder yang diperoleh yaitu data konsumsi energi spesifik dan data faktor emisi karbon dioksida dari tiap jenis bahan bakar yang digunakan oleh

kendaraan, dapat diperoleh jumlah emisi karbon dioksida untuk setiap jenis jalan yang digunakan sebagai lokasi penelitian. Perhitungan emisi karbon dioksida dapat dilakukan menggunakan persamaan 2

Tabel 2 Jumlah Emisi Karbon dioksida di Lokasi

Nama Jalan	Total Emisi CO ₂ senin (kg CO ₂ /hari)	Total Emisi CO ₂ Sabtu (kg CO ₂ /hari)
Hangtuah	76.441	77.832
Mawar	7.120	6.393
Pertanian	2.753	2.667

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah emisi karbon dioksida untuk setiap jenis jalan yang terdapat di Kecamatan Mandau, maka dapat diperoleh juga jumlah emisi karbon dioksida untuk setiap kelurahan yang terdapat di Kecamatan Mandau. Dimana data untuk tiap kelurahan dihitung dengan menjumlah emisi tiap jalan yang ada di kelurahan tersebut. Emisi tiap jalan asumsikan sama dengan jenis jalan yang sama, artinya emisi jenis jalan arteri adalah berdasarkan jalan Hangtuah, yang memberdakan adalah Panjang jalanyang ada di kelurahan tersebut. Dengan cara yang sama juga dihitung emisi untuk jalan kolektor dan lokal. Data emisi perhari itu kemudian dihitung untuk emisi pertahunnya. Secara keseluruhan total emisi karbon dioksida untuk setiap kelurahan yang terdapat di Kecamatan Mandau dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Total Emisi Karbon Dioksida untuk Setiap Kelurahan di Kecamatan Mandau

Nama Kelurahan	Total Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)
Talang Mandi	15.927,27
Harapan Baru	756,59
Gajah Sakti	12.741,81
Batang Serosa	8.359,40
Balik Alam	14.078,62
Duri Barat	12.438,31
Duri Timur	5.838,71
Babussalam	8.353,58
Air Jamban	42.397,90
Pematang Pudu	9.532,98
Balai Makam	39.143,80
Petani	17.174,50
Sebangar	39.866,35
Bumbang	4.848,61
Kesumbo Ampai	9.697,22
Total Emisi CO₂	241.155,66

Kondisi Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik di Kecamatan Mandau

Berdasarkan data Ruang Terbuka Hijau publik yang dikelola oleh Dinas Perumahan, Permukiman, dan Pertanahan Kabupaten

Bengkalis (2018), diperoleh data RTH publik yang terdapat di Kecamatan Mandau, antara lain: taman kota dengan luas sebesar 368,47 m² atau 0,037 ha dan jalur hijau jalan yang berupa median jalan dan bahu jalan, serta lapangan sepak bola dengan luas 9600 m² atau 0,96 ha. Adapun lokasi jalan yang ditutupi vegetasi tersebut di Kecamatan Mandau yaitu Jalan Jenderal Sudirman, Jalan Hangtuah, Jalan Desa Harapan, dan Jalan Stadion.

Total Kemampuan Daya Serap Ruang Terbuka Hijau terhadap Emisi Karbon Dioksida di Kecamatan Mandau

Setelah diketahui data RTH yang ada, kemudian dilakukan perhitungan daya serap Ruang Terbuka Hijau publik terhadap emisi karbon dioksida menggunakan persamaan (4), (5) dan (6). Berdasarkan hasil perhitungan daya serap karbon dioksida oleh setiap jenis tutupan vegetasi yang terdapat di RTH eksisting Kecamatan Mandau, maka dapat diperoleh nilai total kemampuan daya serap karbon dioksida oleh RTH eksisting di Kecamatan Mandau. Adapun total kemampuan daya serap RTH eksisting di Kecamatan Mandau dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa total kemampuan daya serap karbon dioksida oleh RTH eksisting di Kecamatan Mandau sebesar 18.205,65 ton CO₂/tahun. Nilai penyerapan karbon dioksida tertinggi yaitu pada Kelurahan Air Jamban sebesar 9.052,71 ton CO₂/tahun. Jika dilihat dari jenis RTH eksisting dan jenis tutupan vegetasi yang ada di Kecamatan Mandau, nilai kemampuan daya serap karbon dioksida tertinggi juga terdapat pada Kelurahan Air Jamban yang memiliki sebesar 9.044,02 ton CO₂/tahun untuk RTH dengan jenis tutupan vegetasi berupa pohon pelindung, sedangkan untuk RTH jalur hijau jalan dengan jenis tutupan vegetasi berupa padang rumput memiliki nilai kemampuan daya serap karbon dioksida sebesar 8,69 ton CO₂/tahun.

Faktor yang mempengaruhi besarnya kemampuan daya serap karbon dioksida oleh RTH eksisting di Kelurahan Air Jamban, yaitu adanya pohon pelindung yang banyak ditanami baik di jalur hijau jalan, di halaman sekolah, dan halaman perkantoran, yang mana keberadaan pohon pelindung tersebut tidak hanya sebagai salah satu cara penghijauan, tetapi juga berguna untuk penyerapan terhadap emisi karbon dioksida (CO₂). Selain itu, tidak hanya pohon pelindung yang banyak

ditanami di Kelurahan Air Jamban, tetapi adanya median jalan di kedua jalan arteri, yaitu Jalan Jenderal Sudirman dan Jalan Hangtuah juga mendukung penyerapan emisi karbon dioksida dari kendaraan yang melintas di kedua jalan tersebut.

Kelurahan dengan nilai penyerapan karbon dioksida terendah yaitu pada Kelurahan Harapan Baru sebesar 2,94 ton CO₂/tahun. Hal

ini disebabkan sedikitnya jumlah pohon pelindung pada RTH eksisting, yang mana pada kelurahan ini terdapat area perkebunan kelapa sawit dan kawasan industri yang dikelola oleh pihak swasta dengan luas wilayah yang cukup besar dan hampir memenuhi keseluruhan dari kelurahan tersebut.

Tabel 4 Total Kemampuan Daya Serap Karbon dioksida oleh RTH Eksisting di Kecamatan Mandau

Nama Kelurahan	JENIS RTH			Total Daya Serap CO ₂ oleh RTH (ton CO ₂ /tahun)
	Taman Kota	Pohon Pelindung	Jalur Hijau Jalan (Bukan Pohon Pelindung)	
Talang Mandi	0,89	1.347,54		1.348,43
Harapan Baru		2,94		2,94
Gajah Sakti		1.619,80	1,70	1.621,50
Batang Serosa		277,83	3,31	281,14
Balik Alam		119,47	2,50	121,97
Duri Barat		71,61	2,62	74,23
Duri Timur		72,33	1,44	73,77
Babussalam		140,95	1,15	142,10
Air Jamban		9.044,02	8,69	9.052,71
Pematang Pudu		1.853,56		1.853,56
Balai Makam		2.707,56		2.707,56
Petani		389,80		389,80
Sebangar		512,90		512,90
Bumbung		9,06		9,06
Kesumbo Ampai		11,89		11,89
TOTAL (ton CO₂/tahun)	0,89	18.181,26	21,41	18.205,65

Persentase Kemampuan Daya Serap Ruang Terbuka Hijau (RTH) terhadap Emisi Karbon dioksida di Kecamatan Mandau

Tahap selanjutnya dari penelitian ini adalah menghitung persentase kemampuan daya serap RTH terhadap emisi karbon dioksida dengan cara membandingkan nilai total daya serap karbon dioksida oleh RTH eksisting dengan nilai total emisi karbon dioksida yang dihasilkan dari kegiatan transportasi di Kecamatan Mandau. Persentase kemampuan daya serap RTH terhadap emisi karbon dioksida dapat dihitung menggunakan persamaan (6). Adapun hasil perhitungan persentase kemampuan daya serap RTH terhadap emisi karbon dioksida berdasarkan kelurahan yang terdapat di Kecamatan Mandau dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai persentase kemampuan daya serap RTH terhadap emisi karbon dioksida yang tertinggi, yaitu pada Kelurahan Air Jamban dengan

persentase sebesar 21,35%, sedangkan kelurahan yang memiliki nilai persentase kemampuan daya serap RTH terhadap emisi karbon dioksida yang terendah, yaitu pada Kelurahan Kesumbo Ampai dengan persentase sebesar 0,12%. Jika nilai persentase kemampuan daya serap RTH terhadap emisi karbon dioksida pada kedua kelurahan tersebut dibandingkan, maka terdapat perbedaan yang sangat signifikan.

Dalam hal ini, berdasarkan hasil survei lapangan dapat diketahui faktor yang mempengaruhi perbedaan tersebut, antara lain:

1. Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk

Kelurahan Air Jamban memiliki luas wilayah sebesar ± 50 km² dengan jumlah penduduk sebanyak 64.916 jiwa, sedangkan Kelurahan Kesumbo Ampai memiliki luas wilayah sebesar ± 120 km² dengan jumlah penduduk sebanyak 5.073 jiwa. (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis, 2018).

Sebagaimana dari hasil survei di lapangan dapat diketahui bahwa hampir secara keseluruhan dari Kelurahan Kesumbo Ampai terdapat area perkebunan kelapa sawit yang cukup luas jika dibandingkan dengan Kelurahan Air Jamban. Selain itu, perbedaan ini juga dipengaruhi oleh jumlah kendaraan bermotor, yang mana dengan semakin luasnya area perkebunan kelapa sawit, maka aktivitas lalu lintas di wilayah tersebut tidak sepadat aktivitas lalu lintas di wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk dan jumlah kendaraan bermotor yang lebih besar. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil survei di lapangan, yaitu untuk kelurahan yang menghasilkan nilai emisi karbon dioksida yang lebih besar

disebabkan oleh kepadatan penduduk dan aktivitas lalu lintas di kelurahan tersebut.

2. Fasilitas Penunjang Kota

Dari hasil survei yang telah dilakukan pada Kelurahan Air Jamban ada 4 sekolah, 3 kantor pemerintahan, dan 1 rumah sakit, serta beberapa jalan baik kolektor maupun lokal yang memiliki RTH dengan jenis tutupan vegetasi, yaitu pohon pelindung dan padang rumput. Akan tetapi, pada Kelurahan Kesumbo Ampai hanya memiliki 1 jalan arteri dengan RTH berjenis tutupan vegetasi, yaitu pohon pelindung yang mana keberadaan pohon pelindung hanya beberapa saja dikarenakan banyak pohon yang tidak memenuhi kategori sebagai pohon pelindung.

Tabel 5 Persentase Kemampuan Daya Serap RTH terhadap Emisi Karbon dioksida Berdasarkan Kelurahan yang terdapat di Kecamatan Mandau

Nama Kelurahan	Jumlah Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Jumlah Daya Serap CO ₂ oleh RTH (ton CO ₂ /tahun)	Sisa Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /tahun)	Persentase Kemampuan Daya Serap CO ₂ (%)
Talang Mandi	15.927,27	1.348,43	14.578,84	8,47
Harapan Baru	756,59	2,94	753,65	0,39
Gajah Sakti	12.741,81	1.621,50	11.120,31	12,73
Batang Serosa	8.359,40	304,18	8.055,22	3,64
Balik Alam	14.078,62	121,97	13.956,65	0,87
Duri Barat	12.438,31	74,23	12.364,08	0,60
Duri Timur	5.838,71	73,77	5.764,94	1,26
Babussalam	8.353,58	142,1	8.211,48	1,70
Air Jamban	42.397,90	9.052,71	33.345,19	21,35
Pematang Pudu	9.532,98	1.853,56	7.679,42	19,44
Balai Makam	39.143,80	2.707,56	36.436,24	6,92
Petani	17.174,50	389,80	16.784,70	2,27
Sebangar	39.866,35	512,90	39.353,45	1,29
Bumbung	4.848,61	9,06	4.839,55	0,19
Kesumbo Ampai	9.697,22	11,89	9.685,33	0,12

Secara keseluruhan dari hasil perhitungan persentase kemampuan daya serap RTH terhadap emisi karbon dioksida pada setiap kelurahan yang terdapat di Kecamatan Mandau, dapat diperoleh nilai total persentase kemampuan daya serap RTH terhadap emisi karbon dioksida untuk Kecamatan Mandau. Adapun total kemampuan daya serap karbon dioksida oleh RTH eksisting di Kecamatan Mandau dapat dilihat pada Tabel 6.

Dengan demikian, sesuai hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa RTH eksisting di Kecamatan Mandau belum dapat memenuhi penyerapan emisi karbon dioksida dari kegiatan transportasi di kecamatan tersebut.

Mandau, terutama di kedua jalan arteri yang mana telah terdapat RTH di sepanjang jalan tersebut, namun hanya mampu menyerap

Tabel 6 Total Kemampuan Daya Serap Karbon dioksida oleh RTH Eksisting di Kecamatan Mandau

Keterangan	Satuan	Nilai
Total Emisi CO ₂ oleh transportasi	ton CO ₂ /tahun	241.155,66
Total Daya Serap CO ₂ oleh RTH	ton CO ₂ /tahun	18.205,65
Total Sisa Emisi CO ₂ tidak terserap	ton CO ₂ /tahun	222.929,05
Total Persentase Kemampuan Daya Serap	%	7,55

Berdasarkan hasil survei lapangan yang telah dilakukan terdapat beberapa faktor yang menyebabkan kurangnya penyerapan karbon dioksida oleh RTH eksisting, yaitu banyaknya jumlah kendaraan setiap harinya yang melewati ruas jalan di Kecamatan sedikit emisi karbon dioksida karena masih di dalam masa pertumbuhan, dimana jenis tutupan vegetasi yang sudah ada berupa

median jalan yang ditanami rumput dan pohon pelindung dengan diameter < 20 cm. Untuk dapat menyerap emisi karbon dioksida secara optimal, dibutuhkan waktu \pm 15 tahun agar dapat memenuhi kategori sebagai pohon pelindung dengan diameter \geq 20 cm.

Selain itu, berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Perumahan, Permukiman, dan Pertanahan Kabupaten Bengkalis (2018), diketahui adanya taman kota di Kecamatan Mandau dengan luas sebesar 368,47 m² atau 0,037 ha. Akan tetapi, setelah dilakukan survei lapangan diketahui bahwa taman kota tidak dapat menyerap secara optimal, dikarenakan kurangnya penanaman pohon, perawatan untuk tanaman itu sendiri, dan *paving block* yang disusun mengelilingi taman kota. Adanya penggunaan *paving block* dapat menghambat proses penyerapan emisi karbon dioksida sehingga tidak dapat bekerja secara optimal. Untuk itu, dengan adanya vegetasi tingkat pohon mempunyai fungsi yang lebih baik untuk mengatasi penggenangan, meningkatkan kapasitas infiltrasi, dan pelestarian air tanah.

Rekomendasi Peningkatan Kemampuan Daya Serap oleh Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kecamatan Mandau

Dapat dilakukan beberapa upaya untuk mengatasi kekurangan daya serap karbon dioksida oleh RTH eksisting yang terdapat di Kecamatan Mandau, antara lain:

1. Penambahan dan pengoptimalan lahan potensial di Kecamatan Mandau
Dapat dilakukan menambahkan RTH publik berupa taman kota, hutan kota, taman rekreasi kota, lapangan sepak bola, dan jalur hijau jalan
2. Mempertahankan RTH eksisting dan peran serta masyarakat dalam menjaga kearifan lokal
Dikarenakan RTH publik yang terdapat di Kecamatan Mandau belum memenuhi penyerapan emisi, untuk itu baik dari pemerintah maupun masyarakat sangat perlu mempertahankan keberadaan RTH eksisting dalam menjaga kearifan lokal tersebut. Hal itu dapat dilihat dari taman kota yang berada di Kelurahan Talang Mandi, yang mana sekarang ini sudah kurang terawat sehingga diperlukan perhatian dari pemerintah dan masyarakat sekitar untuk dapat menjaga

dan melestarikan taman kota tersebut agar dapat berfungsi secara optimal.

3. Kegiatan mitigasi inti dan menghasilkan penurunan emisi GRK secara langsung pada bidang transportasi

- Penambahan transportasi massal

Saat ini di Kecamatan Mandau belum terdapat penggunaan transportasi massal yang dapat digunakan oleh masyarakat di kecamatan tersebut. Untuk itu, perlu diusulkan ke UPT Dinas Perhubungan, Komunikasi, dan Informatika Kecamatan Mandau agar dapat mengadakan penambahan transportasi massal. Salah satu contoh transportasi massal yang dapat ditambahkan, yaitu bus trans metro. Secara umum, tingginya jumlah emisi karbon dioksida di Kecamatan Mandau ini dipengaruhi oleh banyaknya jumlah kendaraan pribadi yang digunakan, seperti mobil, sepeda motor. Dengan demikian, adanya penambahan transportasi massal dapat berguna untuk mengurangi emisi karbon dioksida yang disebabkan oleh pengguna kendaraan pribadi.

- Pembangunan fasilitas pejalan kaki (pedestrian walk) dan pesepeda (bicycle lane)

Fasilitas pejalan kaki, khususnya jalur pejalan kaki, dapat berperan dalam mewujudkan Kota Hijau. Adanya fasilitas pejalan kaki dapat mendorong pengembangan sistem transportasi ramah lingkungan dan mengintegrasikannya dengan RTH di perkotaan. Parameter transportasi ramah lingkungan memperlihatkan pola hubungan antara pemanfaatan dari berjalan kaki dan bersepeda, yang mana semakin bergantung terhadap transportasi tidak bermotor.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Emisi karbon dioksida dari kendaraan bermotor yang melewati ruas jalan di Kecamatan Mandau adalah sebesar 241.155,66 ton CO₂/tahun. Kemampuan daya serap RTH publik eksisting adalah sebesar 18.205,65 ton CO₂/tahun. Sehingga persentase daya serap RTH publik eksisting terhadap emisi karbon dioksida dari kegiatan transportasi di Kecamatan Mandau, yaitu sebesar 7,55% yang mana belum memenuhi penyerapan emisi

karbon dioksida dari kegiatan transportasi di Kecamatan Mandau.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Dirjen Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis. 2018. *Kecamatan Mandau Dalam Angka 2017*. Bengkalis
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon - Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*. SNI 7724:2011.
- Grote, Matt., Williams, Ian., Preston, John., Kemp, Simon. 2016. Including congestion effects in urban road traffic CO₂ emissions modelling: Do Local Government Authorities have the right options. *Transportation Research Part D* 43 (2016) 95–106
- International Energy Agency (IEA), 2016. *CO₂ emissions from fuel combustion by sector* <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/co2-emissions-from-fuel-combustion-highlights-2016.html>. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 3: Mobile Combustion*.
- Jamnongchop, Angsumalin., Duangphakdee, Orawan., Hanpattanakit, Phongthep. 2017. CO₂ emission of tourist transportation in Suan Phueng Mountain, Thailand. *Energy Procedia* 136 (2017) 438–443
- Joga, Nirwono., dan Ismaun, Iwan. 2011. *Ruang Terbuka Hijau 30 % Resolusi (Kota) Hijau*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Rawung, F.C. 2015. Efektifitas Ruang Terbuka Hijau Dalam Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca DI Kawasan Perkotaan Boroko. *Jurnal Media Matrasain* Vol.12, No. 2.
- Samsuedin, Ismayadi., dan Wibowo, Ari. 2012. Analisis Potensi dan Kontribusi Pohon di Pekotaan dalam Menyerap Gas Rumah Kaca (Studi Kasus: Taman Kota Monumen Nasional Jakarta). *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 9(1): 42-53.
- Santos, Georgina. 2017. Road transport and CO₂ emissions: What are the challenges?. *Transport Policy* 59 (2017) 71–74
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang.